

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-093758

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

---

(51)Int. Cl. H01L 21/304  
B23H 5/08  
B24B 37/00  
C25F 3/16

---

(21)Application number : 2000- (71)Applicant : SEMICONDUCTOR LEADING  
285401 EDGE TECHNOLOGIES INC

(22)Date of filing : 20.09.2000 (72)Inventor : SUZUKI YOSHITOMO

---

### (54) POLISHING SYSTEM AND POLISHING PAD FOR USE THEREIN AND POLISHING METHOD

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polishing system, a polishing pad and a polishing method exhibiting a high level difference relaxing performance.

SOLUTION: While pushing a semiconductor substrate 3 against a polishing pad 1 having electrical conductivity variable partially depending on the irregular shape of an object 31 to be polished formed on the semiconductor substrate 3, polishing liquid 41 containing electrolyte, abrasive grains and a chemical component is supplied between the semiconductor substrate 3 and the polishing pad 1 and chemical mechanical polishing of the object 31 is carried out. At the same time, electrolytic polishing of the object 31 is carried out by applying a voltage from a voltage applying section 6 between the semiconductor substrate 3 and an electrode 5 provided on the rear surface 1b of the polishing pad 1.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.11.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number] 3453352

[Date of registration] 18.07.2003

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 18.07.2006

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] While holding the scouring pad with which conductivity may be changed selectively, and a semi-conductor substrate This semi-conductor substrate between the maintenance plate pushed against the front face of said scouring pad, said semi-conductor substrate, and said scouring pad Polish equipment characterized by having the electrical-potential-difference impression section which impresses an electrical potential difference between the polish liquid feed zone which supplies the electrolytic solution, an abrasive grain, and the polish liquid containing a drug solution component, the electrode prepared in the rear face of said scouring pad, said semi-conductor substrate, and said electrode.

[Claim 2] It is polish equipment characterized by said scouring pad containing two or more electric conduction particles in polish equipment according to claim 1.

[Claim 3] It is polish equipment characterized by being spherical silicon by which said electric conduction particle was covered by the metal membrane in polish equipment according to claim 2.

[Claim 4] It is polish equipment characterized by being the elastic material which deforms according to the irregularity of the ground object with which the ingredient of said scouring pad was formed on said semi-conductor substrate in polish equipment according to claim 2.

[Claim 5] Said scouring pad is polish equipment characterized by changing the current value which flows to a part for the variant part while changing the resistance for a variant part in polish equipment according to claim 4.

[Claim 6] It is polish equipment characterized by for the resistance of the part which carried out the compression set of said scouring pad in polish equipment according to claim 5 corresponding to the heights of said ground object becoming low, and the current value which flows into the part becoming high.

[Claim 7] It is polish equipment characterized by said electrical-potential-difference impression section impressing the electrical potential difference of 0.1-10V in polish equipment according to claim 1.

[Claim 8] It is polish equipment characterized by supplying the polish liquid with which said polish liquid feed zone contains a sulfurous acid or a copper-sulfate water solution as said electrolytic solution in polish equipment according to claim 1.

[Claim 9] The polish liquid supplied by said polish liquid feed zone in polish equipment according to claim 1 is polish equipment characterized by not containing an abrasive grain.

[Claim 10] The scouring pad characterized by being used with polish equipment given in any of claims 1-9 they are.

[Claim 11] Pushing a semi-conductor substrate to the front face of the scouring pad with which conductivity may be changed selectively While performing chemical mechanical polish of the ground object which supplied the electrolytic solution, an abrasive grain, and the polish liquid containing a drug solution component between the semi-conductor substrate and the scouring pad, and was formed on the semi-conductor substrate The polish approach characterized by performing electrolytic polishing of said ground object by impressing an electrical potential difference between said semi-conductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad.

[Claim 12] Pushing a semi-conductor substrate to the front face of the scouring pad with which conductivity may be changed selectively While performing chemical polish of the ground object which supplied the polish liquid containing the electrolytic solution and a drug solution component between the semi-conductor substrate and the scouring pad, and was formed on the semi-conductor substrate The polish approach

characterized by performing electrolytic polishing of said ground object by impressing an electrical potential difference between said semiconductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad.

[Claim 13] The polish approach which will be characterized by changing the electrolytic-polishing rate of the ground object corresponding to a part for this variant part in the polish approach according to claim 11 or 12 if said scouring pad deforms according to the irregularity of said ground object.

[Claim 14] The polish approach characterized by the electrolytic-polishing rate of the ground object corresponding to the compression-set part of said scouring pad becoming high in the polish approach according to claim 13.

[Claim 15] The polish approach characterized by impressing the electrical potential difference of 0.1-10V in the polish approach according to claim 11 or 12 between said semiconductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad, and performing electrolytic polishing.

[Claim 16] The polish approach characterized by supplying the polish liquid which contains a sulfurous acid or a copper-sulfate water solution as said electrolytic solution between said semiconductor substrates and scouring pads in the polish approach according to claim 11 or 12.

[Claim 17] The polish approach characterized by grinding the ground object formed on the semiconductor substrate by carrying out combining the polish approach according to claim 11 and the polish approach according to claim 12.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the polish equipment which grinds the ground object which was applied to semiconductor fabrication machines and equipment, especially was formed on the semiconductor substrate, a scouring pad, and the polish approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case flattening of the metal membranes (Cu, W, aluminum, etc.) deposited on the semi-conductor substrate is carried out, for example, metal embedding wiring of Cu DAMASHIN etc. is formed, CMP (Chemical Mechanical Polishing: chemical mechanical polish) is used. And if a metal membrane is made to deposit on two or more slots where width of face differs in case the above-mentioned metal embedding wiring with which wiring width of face differs is formed simultaneously, it is known that irregularity (level difference) will be formed on the surface of a metal membrane.

[0003] In order to ease the level difference of this metal membrane conventionally, it was grinding by controlling the hardness of a scouring pad, and the rotational speed of a scouring pad (chemical mechanical polish).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the outstanding level difference emollience was not acquired in the above-mentioned conventional polish. That is, there were dishing which the center section of metal wiring can delete by the deflection of a scouring pad etc., and a problem from which the erosion it is [ erosion ] film decrease of the whole metal wiring arises. Although thickness of a metal membrane was conventionally thickened in order to solve this problem, the amount of polishes increased and there was a problem to which a throughput becomes low.

[0005] This invention was made in order to solve the above-mentioned conventional technical problem, and it aims at offering the high polish equipment of level difference emollience, a scouring pad, and the polish approach.

[0006]

[Means for Solving the Problem] While the polish equipment concerning invention of claim 1 holds the scouring pad with which conductivity may be changed selectively, and a semi-conductor substrate This semi-conductor substrate between the maintenance plate pushed against the front face of said scouring pad, said semi-conductor substrate, and said scouring pad It is characterized by having the electrical-potential-difference impression section which impresses an electrical potential difference between the polish liquid feed zone which supplies the electrolytic solution, an abrasive grain, and the polish liquid containing a drug solution component, the electrode prepared in the rear face of said scouring pad, said semi-conductor substrate, and said electrode.

[0007] The polish equipment concerning invention of claim 2 is

characterized by said scouring pad containing two or more electric conduction particles in polish equipment according to claim 1.

[0008] The polish equipment concerning invention of claim 3 is characterized by said electric conduction particle being spherical silicon covered with the metal membrane in polish equipment according to claim 2.

[0009] The polish equipment concerning invention of claim 4 is characterized by the ingredient of said scouring pad being elastic material which deforms according to the irregularity of the ground object formed on said semi-conductor substrate in polish equipment according to claim 2.

[0010] The polish equipment concerning invention of claim 5 is characterized by changing the current value to which said scouring pad flows to a part for the variant part while changing the resistance for a variant part in polish equipment according to claim 4.

[0011] The polish equipment concerning invention of claim 6 is characterized by the current value to which the resistance of the part which carried out the compression set of said scouring pad corresponding to the heights of said ground object flows into the part by becoming low becoming high in polish equipment according to claim 5.

[0012] Said electrical-potential-difference impression section is characterized by the polish equipment concerning invention of claim 7 impressing the electrical potential difference of 0.1-10V in polish equipment according to claim 1.

[0013] It is characterized by the polish equipment concerning invention of claim 8 supplying the polish liquid with which said polish liquid feed zone contains a sulfurous acid or a copper-sulfate water solution as said electrolytic solution in polish equipment according to claim 1.

[0014] The polish liquid with which the polish equipment concerning invention of claim 9 is supplied by said polish liquid feed zone in polish equipment according to claim 1 is characterized by not containing an abrasive grain.

[0015] The scouring pad concerning invention of claim 10 is characterized by being used with polish equipment given in any of claims 1-9 they are.

[0016] The polish approach concerning invention of claim 11, pushing a semi-conductor substrate to the front face of the scouring pad with which conductivity may be changed selectively While performing chemical mechanical polish of the ground object which supplied the electrolytic solution, an abrasive grain, and the polish liquid containing a drug solution component between the semi-conductor substrate and the scouring

pad, and was formed on the semi-conductor substrate It is characterized by performing electrolytic polishing of said ground object by impressing an electrical potential difference between said semi-conductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad.

[0017] The polish approach concerning invention of claim 12, pushing a semi-conductor substrate to the front face of the scouring pad with which conductivity may be changed selectively While performing chemical polish of the ground object which supplied the polish liquid containing the electrolytic solution and a drug solution component between the semi-conductor substrate and the scouring pad, and was formed on the semi-conductor substrate It is characterized by performing electrolytic polishing of said ground object by impressing an electrical potential difference between said semi-conductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad.

[0018] In the polish approach according to claim 11 or 12, the polish approach concerning invention of claim 13 will be characterized by changing the electrolytic-polishing rate of the ground object corresponding to a part for this variant part, if said scouring pad deforms according to the irregularity of said ground object.

[0019] The polish approach concerning invention of claim 14 is characterized by the electrolytic-polishing rate of the ground object corresponding to the compression-set part of said scouring pad becoming high in the polish approach according to claim 13.

[0020] The polish approach concerning invention of claim 15 is characterized by impressing the electrical potential difference of 0.1-10V between said semi-conductor substrate and the electrode prepared in the rear face of said scouring pad, and performing electrolytic polishing in the polish approach according to claim 11 or 12.

[0021] The polish approach concerning invention of claim 16 is characterized by supplying the polish liquid which contains a sulfurous acid or a copper-sulfate water solution as said electrolytic solution between said semi-conductor substrates and scouring pads in the polish approach according to claim 11 or 12.

[0022] The polish approach concerning invention of claim 17 is characterized by grinding the ground object formed on the semi-conductor substrate by carrying out combining the polish approach according to claim 11 and the polish approach according to claim 12.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Among drawing, the sign identically same into a corresponding part may be attached, and

the explanation may be simplified thru/or omitted.

[0024] Gestalt 1. drawing 1 of operation is drawing for explaining the polish equipment and the polish approach by the gestalt 1 of operation of this invention. Drawing 2 is the sectional view expanded near the scouring pad shown in drawing 1. In drawing 1, the reference mark 1 shows the polish liquid with which a scouring pad, the ground object with which a maintenance plate and 3 were formed in the semi-conductor substrate, and 31 was formed for 2 on the semi-conductor substrate 3, and 4 were supplied by the polish liquid feed zone, and 41 was supplied by the polish liquid feed zone 4. Moreover, in 5, the electric conduction substrate as an electrode and 6 show the electrical-potential-difference impression section, and 7 shows the retainer.

[0025] The scouring pad 1 contains two or more electric conduction particles 11, as shown in drawing 2. For this reason, a scouring pad 1 has conductivity and conductivity may be changed selectively (after-mentioned). Here, the above-mentioned electric conduction particle 11 is spherical silicon (silicon ball) covered with the metal membrane which consists of Au, Ag, Pt, etc. Moreover, a scouring pad 1 contains the above-mentioned electric conduction particle 11 in the whole scouring pad 1 at extent in which electrolytic polishing (after-mentioned) is possible. That is, the scouring pad 1 whole has conductivity. Moreover, a scouring pad 1 is in a condition without a deflection, and it is desirable to have the most uniform possible conductivity or resistance. Moreover, a scouring pad 1 rotates horizontally by the rolling mechanism which is not illustrated.

[0026] Moreover, the scouring pad 1 is formed of elastic material, such as urethane resin. For this reason, if the semi-conductor substrate 3 is pushed against a scouring pad 1 with the maintenance plate 2, as shown in drawing 2, a scouring pad 1 will deform according to the irregularity of the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3. For example, the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to heights 31a of the ground object 31 is carried out (refer to drawing 2). And in a part for this compression zone, the touch area of the electric conduction particle 11 above becomes large, and an electric resistance value becomes low. That is, the low resistance field A is formed in a scouring pad 1. Therefore, if an electrical potential difference is impressed by the electrical-potential-difference impression section 6, the current value which flows to the low resistance field A will become high, and the electrolytic-polishing rate of heights 31a will become high (after-mentioned). Moreover, since the compression set of a scouring pad 1 decreases as



heights 31a is ground, an electrolytic-polishing rate becomes low gradually.

[0027] On the other hand, the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to crevice 31b of the ground object 31 is not carried out. In this case, as compared with a part for the above-mentioned compression zone (low resistance field A), the touch area of electric conduction particle 11 comrades becomes small, and an electric resistance value becomes high. That is, the high resistance field B is formed in a scouring pad 1. Therefore, if an electrical potential difference is impressed by the electrical-potential-difference impression section 6, the current value which flows to the high resistance field B will become low, and an electrolytic-polishing rate will become low (after-mentioned).

[0028] The maintenance plate 2 is a back plate for pushing this semi-conductor substrate 3 against surface 1a of a scouring pad 1 by the predetermined pressure (it corresponding to the arrow head in drawing 1) while holding the semi-conductor substrate 3 by vacuum adsorption etc. Moreover, the maintenance plate 2 rotates horizontally by the rolling mechanism which is not illustrated.

[0029] The semi-conductor substrates 3 are substrates, such as a silicon substrate, a quartz substrate, and a ceramic substrate. On this semi-conductor substrate 3, the metal membrane as a ground object 31, the barrier metal layer, the glue line, or the insulator layer is formed. In addition, in the gestalt of operation of this invention, the case where the ground object 31 is a metal membrane is explained. Moreover, this metal membrane 31 consists of Cu (copper), W (tungsten), aluminum (aluminum), or its alloy. Moreover, as shown in drawing 2, irregularity (heights 31a and crevice 31b), i.e., a level difference, is formed in the front face of a metal membrane 31. Moreover, the semi-conductor substrate 3 is grounded through the maintenance plate 2.

[0030] The polish liquid feed zone 4 is a nozzle for supplying polish liquid 41 on a scouring pad 1 at a detail between a scouring pad 1 and the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3 (referring to drawing 2). The above-mentioned polish liquid 41 is the electrolytic solution, an abrasive grain, and a liquid containing a drug solution component. Here, as an example of the electrolytic solution, a sulfurous acid, a copper-sulfate water solution, etc. are mentioned. Moreover, as an example of an abrasive grain, a silica (SiO<sub>2</sub>), an alumina (aluminum 203), or Seria (CeO<sub>2</sub>) is mentioned. Moreover, since polish liquid 41 contains the above-mentioned electrolytic solution, if a current is added from a scouring pad 1, it will be electrolyzed, and dissolves the

ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3.

[0031] Were formed on rear-face 1b of a scouring pad 1, for example, an electrode 5 is an electric conduction substrate. An electrical potential difference is impressed to this electrode 5 from the electrical-potential-difference impression section 6. In drawing 1 and drawing 2, the negative electrical potential difference is impressed to the electrode 5. And a current flows to this electrode 5 and the scouring pad 1 which fixed.

[0032] The electrical-potential-difference impression section 6 is for impressing an electrical potential difference between the semi-conductor substrate 3 (metal membrane 31) and the electrode 5 formed in rear-face 1b of a scouring pad 1. In drawing 1 and drawing 2, the electrical-potential-difference impression section 6 is impressing the negative electrical potential difference to an electrode 5. moreover, the electrical-potential-difference impression section 6 -- the electrical potential difference of 0.1-10V (volt) -- general -- several -- about V electrical potential difference is impressed.

[0033] A retainer 7 is the thing of a shape of a ring for holding the semi-conductor substrate 3, and is laid around the semi-conductor substrate 3.

[0034] As explained above, the polish equipment by the gestalt 1 of this operation The scouring pad 1 with which conductivity may be selectively changed according to the irregularity of the ground object 31, It has the electrical-potential-difference impression section 6 for impressing an electrical potential difference between the maintenance plate 2 for pushing the semi-conductor substrate 3 against surface 1a of a scouring pad 1, the polish liquid feed zone 4 which supplies polish liquid 41, the electrode 5 formed in rear-face 1a of a scouring pad 1, and the semi-conductor substrate 3 and an electrode 5. Here, polish liquid 41 contains the electrolytic solution, the abrasive grain, and the drug solution component.

[0035] According to this polish equipment, while performing chemical mechanical polish, electrolytic polishing in which the electrolytic solution contained in polish liquid 41 is electrolyzed into, and the ground object 31 is dissolved is performed using the scouring pad 1 which has conductivity by impressing an electrical potential difference between the semi-conductor substrate 3 and an electrode 5 by the electrical-potential-difference impression section 6. That is, the polish equipment by the gestalt 1 of this operation can perform chemical mechanical polish by electrolytic-polishing assistance. Therefore, a polish rate can be raised and a throughput can be raised.

[0036] Moreover, since it is formed of elastic material, if the semiconductor substrate 3 is pushed against a scouring pad 1 with the maintenance plate 2, according to the irregularity of the ground object 31 formed on the semiconductor substrate 3, a scouring pad 1 will deform a scouring pad 1. Specifically, the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to heights 31a of the ground object 31 is carried out. By this compression set, the touch area of electric conduction particle 11 comrades becomes large, and an electric resistance value becomes low (see the low resistance field A of drawing 2). Therefore, in case electrolytic polishing is performed, the current value which flows to the low resistance field A becomes high, and the electrolytic-polishing rate of heights 31a becomes high. On the other hand, in order not to carry out the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to crevice 31b of the ground object 31, as compared with the case of the above-mentioned heights 31a, the touch area of electric conduction particle 11 comrades is small, and an electric resistance value is high (see the high resistance field B of drawing 2). Therefore, in case electrolytic polishing is performed, the current value which flows to the high resistance field B becomes low, and the electrolytic-polishing rate of crevice 31b becomes low.

[0037] Thus, with the polish equipment by the gestalt 1 of this operation, the electrolytic-polishing rate of heights 31a is high, and since the electrolytic-polishing rate of crevice 31b is low, electrolytic polishing performed with chemical mechanical polish excels [ rate ] in level difference emollience. Therefore, polish equipment excellent in level difference emollience can be offered. Thereby, dishing and erosion can be prevented. Furthermore, since the polish equipment by the gestalt 1 of this operation is excellent in level difference emollience, in case a metal membrane is made to deposit, it does not have to thicken thickness like before. Thereby, polish time amount can be shortened and a throughput can be raised.

[0038] In addition, in the polish equipment by the gestalt 1 of this operation, although the abrasive grain is contained in polish liquid 41, the polish liquid which consists of a drug solution component, the polish liquid, i.e., the electrolytic solution, which does not contain an abrasive grain, may be used. Thereby, the chemical polish which grinds only with the pressure of a scouring pad 1, and electrolytic polishing can be used together. The polish equipment which was excellent in level difference emollience also in this case can be offered.

Moreover, even if it is a hard metal with it difficult [ for the ground object 41 to grind by chemical mechanical polish ] (for example, Ti, Ta,

etc.), it can grind easily.

[0039] Moreover, although the sulfurous acid or the copper-sulfate water solution is used as the electrolytic solution contained in polish liquid 41, other electrolytic solutions which cannot corrode a scouring pad 1 and can dissolve the ground object 31 may be used.

[0040] With reference to drawing 1 and drawing 2, the polish approach by the gestalt 2 of this operation is explained below gestalt 2. of operation. Pushing the semi-conductor substrate 3 with the maintenance plate 2 to surface 1a of the scouring pad 1 with which conductivity may be changed selectively, as shown in drawing 1, polish liquid 41 is supplied from the polish liquid feed zone 4, and chemical mechanical polish of the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3 is performed. Moreover, a scouring pad 1 and the maintenance plate 2 rotate by the rolling mechanism which is not illustrated. Here, polish liquid 41 contains a drug solution component in SiO<sub>2</sub> (silica) and aluminum 203 (alumina) as the sulfurous acid as the electrolytic solution or a copper-sulfate water solution, and an abrasive grain or CeO<sub>2</sub> (Seria), and a list. Moreover, while performing the above-mentioned chemical mechanical polish, electrolytic polishing of the above-mentioned ground object 31 is performed by impressing an electrical potential difference between the semi-conductor substrate 3 and the electrode 5 formed in rear-face 1b of a scouring pad 1.

[0041] Next, the above-mentioned electrolytic polishing is explained. As shown in drawing 2, the scouring pad 1 has conductivity by containing two or more electric conduction particles 11. And a current flows to a scouring pad 1 by impressing an electrical potential difference between the semi-conductor substrate 3 (ground object 31) and an electrode 5 from the electrical-potential-difference impression section 6. Here, applied voltage is about 0.1-10V, and, generally is about several V. Subsequently, if a current flows to the above-mentioned scouring pad 1, a current will join the polish liquid 41 supplied between the semi-conductor substrate 3 (ground object 31) and the scouring pad 1. Consequently, the electrolytic solution contained in polish liquid 41 electrolyzes, and the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3 is dissolved.

[0042] Next, level difference emollience is explained. Since it is formed of elastic material, such as urethane resin, a scouring pad 1 deforms according to the irregularity (level difference) of the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3 (refer to drawing 2). In order to carry out the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to heights 31a of the ground object 31, the touch

area of electric conduction particle 11 comrades becomes large, and an electric resistance value becomes low at a detail (the low resistance field A of drawing 2). Therefore, the current value which flows to the low resistance field A becomes high. Since an electrolytic-polishing rate is proportional to the current value which joins whenever [ disassembly / of the electrolytic solution / 41 ], i.e., polish liquid, the electrolytic-polishing rate of heights 31a becomes high. On the other hand, since the scouring pad 1 of the part corresponding to crevice 31b of the ground object 31 is not compressed, the touch area of electric conduction particle 11 comrades is small, and an electric resistance value is high (the high resistance field B of drawing 2). Therefore, the current value which flows to the high resistance field B becomes low, and the electrolytic-polishing rate of crevice 31b becomes low. Thus, the above-mentioned electrolytic polishing has the high polish rate of heights 31a of the ground object 31, and its polish rate of a crevice is low. That is, this electrolytic polishing is excellent in level difference emollience.

[0043] As explained above, the polish approach by the gestalt 2 of this operation is chemical mechanical polish (the 1st polish approach is called hereafter) by electrolytic-polishing assistance. That is, the conventional chemical mechanical polish by the polish liquid 41 and the scouring pad 1 containing an abrasive grain is performed. With it, give conductivity to a scouring pad 1, polish liquid 41 is made to contain the electrolytic solution, and an electrical potential difference is impressed between the semi-conductor substrate 3 and the electrode 5 formed in rear-face 1a of a scouring pad 1. This electrolyzes the electrolytic solution contained in polish liquid 41, and electrolytic polishing is performed by dissolving the metal membrane as a ground object 31. A high polish rate is obtained as compared with the conventional polish approach that this 1st polish approach was only chemical mechanical polish. Therefore, by using the 1st polish approach, polish time amount can be shortened and a throughput improves.

[0044] Moreover, a scouring pad 1 deforms according to the irregularity (level difference) of the ground object 31, and the conductivity for the variant part is changed. The compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to heights 31a of the ground object 31 is carried out, and, specifically, conductivity becomes high. On the other hand, in order not to carry out the compression set of the scouring pad 1 of the part corresponding to crevice 31b, as compared with the case of the above-mentioned heights 31a, conductivity becomes low. Moreover, an electrolytic-polishing rate is proportional to the current value which

flows to a scouring pad 1, i.e., conductivity. For this reason, the electrolytic-polishing rate of heights 31a is high, and the electrolytic-polishing rate of crevice 31b is low. Therefore, electrolytic polishing is excellent in level difference emollience. That is, in the gestalt 2 of this operation, the polish approach excellent in level difference emollience is realizable. Thereby, dishing and erosion can be prevented. Moreover, since thickness of the metal membrane to deposit can be made thin before grinding, polish time amount can be shortened and a throughput can be raised.

[0045] In addition, although the electrolytic solution, an abrasive grain, and the polish liquid 41 containing a drug solution component are used by the polish approach by the gestalt 2 of this operation, the polish liquid which consists of a drug solution component, the polish liquid, i.e., the electrolytic solution, which does not contain an abrasive grain, may be used. The polish approach (the 2nd polish approach is called hereafter) which uses together by this the chemical polish ground only by the pressure of the scouring pad 1 instead of chemical physical polish and electrolytic polishing is realizable. It excels in level difference emollience like [ this 2nd polish approach ] the 1st polish approach (how to use together chemical mechanical polish and electrolytic polishing) mentioned above. Moreover, since this 2nd polish approach performs electrolytic polishing preferentially, grinding depending on chemical mechanical polish can grind easily difficult hard metals (for example, Ti, Ta, etc.) (dissolution).

[0046] Moreover, the ground object 31 may be ground combining the 1st polish approach and the 2nd polish approach. After grinding using the 1st polish approach at this time, it may grind using the two polish approaches in order of the case where it grinds by using the 2nd polish approach, and its reverse. For example, when the ground object 31 formed on the semi-conductor substrate 3 has the three-tiered structure constituted from a lowest layer by the glue line which consists of Ti and Ta, for example, for example, the barrier metal layer which consists of TiN and TaN, for example, the metal membrane which consists of Cu and aluminum, it is possible to use the 1st polish approach, to grind a metal membrane and a barrier metal layer, and to grind a glue line using the 2nd polish approach. Moreover, when the ground object 31 is constituted by a barrier metal layer (TiN, TaN) and the metal membrane (Cu, W, aluminum) formed on it, after using the 2nd polish approach and grinding a metal membrane, it is possible to grind a barrier metal layer using the 1st polish approach. Thus, it can grind efficiently by choosing the suitable polish approach for the membraneous quality and

thickness of the ground object 31. Therefore, polish time amount can be shortened and a throughput can be raised.

[0047]

[Effect of the Invention] According to this invention, polish equipment excellent in level difference emollience, a scouring pad, and the polish approach can be offered by using together chemical mechanical polish and electrolytic polishing. Moreover, since it is not necessary to thicken thickness of a ground object like before, polish time amount can be shortened and a throughput can be raised.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view for explaining the polish equipment and the polish approach by the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view expanded near the scouring pad shown in drawing 1 .

[Description of Notations]

1 A scouring pad, the object (metal membrane) ground [ 1a ], 31a heights, a 31b crevice, 41 polish liquid, an A low resistance field, B high resistance field. Front face, 1b A rear face, 2 A maintenance plate (back plate), 3 A semi-conductor substrate, 4 A polish liquid feed zone, 5 An electrode (electric conduction substrate), 6 The electrical-potential-difference impression section, 7 A retainer, 11 An electric conduction particle, 31

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-93758

(P2002-93758A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 F 3 C 0 5 8
			6 2 2 C 3 C 0 5 9
			6 2 2 X
	6 2 1		6 2 1 D
B 2 3 H 5/08		B 2 3 H 5/08	

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-285401 (P2000-285401)

(22) 出願日 平成12年9月20日 (2000.9.20)

(71) 出願人 597114926

株式会社半導体先端テクノロジーズ

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

(72) 発明者 鈴木 恵友

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社半導体先端テクノロジーズ内

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外2名)

Fターム (参考) 3C058 A407 A409 AB04 AC04 BB02

C802 C803 C810 DA12 DA17

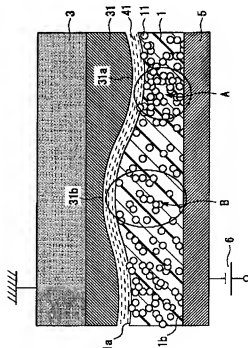
3C059 AA02 AB01 GC01

(54) 【発明の名称】 研磨装置及びこの研磨装置で用いられる研磨パッド、並びに研磨方法

## (57) 【要約】

【課題】 段差緩和性の高い研磨装置、研磨パッド、研磨方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板3上に形成された被研磨物31の凹凸形状に応じて部分的に電気伝導性が変動し得る研磨パッド1に対して、半導体基板3を押し付けながら、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する研磨液41を半導体基板3と研磨パッド1の間に供給し、被研磨物31の化学的機械的研磨を行う。それとともに、半導体基板3と、研磨パッド1の裏面1bに設けられた電極5との間に、電圧印加部6から電圧を印加することにより、被研磨物31の電解研磨を行う。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドと、

半導体基板を保持するとともに、この半導体基板を前記研磨パッドの表面に押し付ける保持板と、

前記半導体基板と前記研磨パッドの間に、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する研磨液を供給する研磨液供給部と、

前記研磨パッドの裏面に設けられた電極と、前記半導体基板と、前記電極との間に電圧を印加する電圧印加部と、を備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、複数の導電粒子を含有することを特徴とする研磨装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の研磨装置において、前記導電粒子は、金属膜で被覆された球状のシリコンであることを特徴とする研磨装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の研磨装置において、前記研磨パッドの材料は、前記半導体基板の上に形成された被研磨物の凹凸に応じて変形する弾性材であることを特徴とする研磨装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、変形部分の抵抗値が変動するとともに、その変形部分に流れる電流値も変動することを特徴とする研磨装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、前記被研磨物の凸部に対応して圧縮変形した部分の抵抗値が低くなり、その部分に流れる電流値が高くなることを特徴とする研磨装置。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の研磨装置において、前記電圧印加部は、0.1～10V の電圧を印加することを特徴とする研磨装置。

【請求項 8】 請求項 1 に記載の研磨装置において、前記研磨液供給部は、前記電解液として亜硫酸または硫酸銅水溶液を含有する研磨液を供給することを特徴とする研磨装置。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の研磨装置において、前記研磨液供給部により供給される研磨液は、砥粒を含まないことを特徴とする研磨装置。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 の何れかに記載の研磨装置で用いられることを特徴とする研磨パッド。

【請求項 11】 部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドの表面に対して半導体基板を押し付けながら、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する研磨液を半導体基板と研磨パッドの間に供給し、半導体基板上に形成された被研磨物の化学的機械的研磨を行うとともに、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に電圧を印加することにより、前記被研磨物の電解研磨を行うことを特徴とする研磨方法。

【請求項 12】 部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドの表面に対して半導体基板を押し付けながら、電解液及び薬液成分を含有する研磨液を半導体基板と研磨パッドの間に供給し、半導体基板上に形成された被研磨物の化学的研磨を行うとともに、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に電圧を印加することにより、前記被研磨物の電解研磨を行うことを特徴とする研磨方法。

【請求項 13】 請求項 11 または 12 に記載の研磨方法において、前記被研磨物の凹凸に応じて前記研磨パッドが変形すると、この変形部分に対応する被研磨物の電解研磨レートが変動することを特徴とする研磨方法。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の研磨方法において、前記研磨パッドの圧縮変形部分に対応する被研磨物の電解研磨レートが高くなることを特徴とする研磨方法。

【請求項 15】 請求項 11 または 12 に記載の研磨方法において、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に、0.1～10V の電圧を印加して電解研磨を行うことを特徴とする研磨方法。

【請求項 16】 請求項 11 または 12 に記載の研磨方法において、前記半導体基板と研磨パッドの間に、前記電解液として亜硫酸または硫酸銅水溶液を含有する研磨液を供給することを特徴とする研磨方法。

【請求項 17】 請求項 11 に記載の研磨方法と、請求項 12 に記載の研磨方法を組み合わせることで行うことにより半導体基板上に形成された被研磨物を研磨することを特徴とする研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、半導体製造装置に係り、特に半導体基板上に形成された被研磨物を研磨する研磨装置、研磨パッド、及び研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体基板上に堆積した金属膜（Cu、W、Al 等）を平坦化し、例えば Cu ダマシ等の金属埋め込み配線を形成する際に、CMP（Chemical Mechanical Polishing：化学的機械的研磨）が用いられている。そして、配線幅の異なる上記金属埋め込み配線を同時に形成する際、幅の異なる複数の溝に金属膜を堆積させると、金属膜の表面に凹凸（段差）が形成されることが知られている。

【0003】従来、この金属膜の段差を緩和するために、研磨パッドの硬さや、研磨パッドの回転速度を制御して、研磨（化学的機械的研磨）を行っていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の研

磨では、優れた段差緩和性が得られなかった。すなわち、研磨パッドのたわみ等によって、金属配線の中央部がその周辺よりも多く削れてしまうディッシングや、金属配線全体の膜減りであるエロージョンが起こってしまう問題があった。この問題を解決するため、従来は金属膜の膜厚を厚くしていたが、研磨量が多くなり、スループットが低くなってしまいう問題があった。

【0005】本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたもので、段差緩和性の高い研磨装置、研磨パッド、研磨方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決する為の手段】請求項1の発明に係る研磨装置は、部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドと、半導体基板を保持するとともに、この半導体基板を前記研磨パッドの表面に押し付ける保持板と、前記半導体基板と前記研磨パッドの間に、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する研磨液を供給する研磨液供給部と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極と、前記半導体基板と、前記電極との間に電圧を印加する電圧印加部と、を備えることを特徴とするものである。

【0007】請求項2の発明に係る研磨装置は、請求項1に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、複数の導電粒子を含有することを特徴とするものである。

【0008】請求項3の発明に係る研磨装置は、請求項2に記載の研磨装置において、前記導電粒子は、金属膜で被覆された球状のシリコンであることを特徴とするものである。

【0009】請求項4の発明に係る研磨装置は、請求項2に記載の研磨装置において、前記研磨パッドの材料は、前記半導体基板の上に形成された被研磨物の凹凸に応じて変形する弾性材であることを特徴とするものである。

【0010】請求項5の発明に係る研磨装置は、請求項4に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、変形部分の抵抗値が変動するとともに、その変形部分に流れる電流値も変動することを特徴とするものである。

【0011】請求項6の発明に係る研磨装置は、請求項5に記載の研磨装置において、前記研磨パッドは、前記被研磨物の凸部に対応して圧縮変形した部分の抵抗値が低くなり、その部分に流れる電流値が高くなることを特徴とするものである。

【0012】請求項7の発明に係る研磨装置は、請求項1に記載の研磨装置において、前記電圧印加部は、0.1～10Vの電圧を印加することを特徴とするものである。

【0013】請求項8の発明に係る研磨装置は、請求項1に記載の研磨装置において、前記研磨液供給部は、前記電解液として亜硫酸または硫酸銅水溶液を含有する研磨液を供給することを特徴とするものである。

【0014】請求項9の発明に係る研磨装置は、請求項

1に記載の研磨装置において、前記研磨液供給部により供給される研磨液は、砥粒を含有しないことを特徴とするものである。

【0015】請求項10の発明に係る研磨パッドは、請求項1から9の何れかに記載の研磨装置で用いられることを特徴とするものである。

【0016】請求項11の発明に係る研磨方法は、部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドの表面に対して半導体基板を押し付けながら、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する研磨液を半導体基板と研磨パッドの間に供給し、半導体基板上に形成された被研磨物の化学的機械的研磨を行うとともに、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に電圧を印加することにより、前記被研磨物の電解研磨を行うことを特徴とするものである。

【0017】請求項12の発明に係る研磨方法は、部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッドの表面に対して半導体基板を押し付けながら、電解液及び薬液成分を含有する研磨液を半導体基板と研磨パッドの間に供給し、半導体基板上に形成された被研磨物の化学的研磨を行うとともに、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に電圧を印加することにより、前記被研磨物の電解研磨を行うことを特徴とするものである。

【0018】請求項13の発明に係る研磨方法は、請求項11または12に記載の研磨方法において、前記被研磨物の凹凸に応じて前記研磨パッドが変形すると、この変形部分に対応する被研磨物の電解研磨レートが変動することを特徴とするものである。

【0019】請求項14の発明に係る研磨方法は、請求項13に記載の研磨方法において、前記研磨パッドの圧縮変形部分に対応する被研磨物の電解研磨レートが高くなることを特徴とするものである。

【0020】請求項15の発明に係る研磨方法は、請求項11または12に記載の研磨方法において、前記半導体基板と、前記研磨パッドの裏面に設けられた電極との間に、0.1～10Vの電圧を印加して電解研磨を行うことを特徴とするものである。

【0021】請求項16の発明に係る研磨方法は、請求項11または12に記載の研磨方法において、前記半導体基板と研磨パッドの間に、前記電解液として亜硫酸または硫酸銅水溶液を含有する研磨液を供給することを特徴とするものである。

【0022】請求項17の発明に係る研磨方法は、請求項11に記載の研磨方法と、請求項12に記載の研磨方法を組み合わせる行うことにより半導体基板上に形成された被研磨物を研磨することを特徴とするものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図中、同一または相当する

部分には同一の符号を付してその説明を簡略化しない省略することがある。

【0024】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1による研磨装置及び研磨方法を説明するための図である。図2は、図1に示した研磨パッドの近傍を拡大した断面図である。図1において、参照符号1は研磨パッド、2は保持板、3は半導体基板、31は半導体基板3上に形成された被研磨物、4は研磨液供給部、41は研磨液供給部4により供給された研磨液を示している。また、5は電極としての導電基板、6は電圧印加部、7はリテーナーを示している。

【0025】研磨パッド1は、図2に示すように、複数の導電粒子11を含有している。このため、研磨パッド1は、導電性を有し、かつ部分的に電気伝導率が変動し得る（後述）。ここで、上記導電粒子11は、例えばA<sub>u</sub>、Ag、Pt等からなる金属膜によって被覆された球状のシリコン（シリコン球）である。また、研磨パッド1は、電解研磨（後述）が可能である程度に、研磨パッド1の全体に上記導電粒子11を含有する。すなわち、研磨パッド1全体が導電性を有している。また、研磨パッド1は、たわみの無い状態で、できるだけ均一な電気伝導率または抵抗値を有することが望ましい。また、研磨パッド1は、図示しない回転機構により水平方向に回転する。

【0026】また、研磨パッド1は、ウレタン樹脂等の弾性材により形成されている。このため、保持板2によって半導体基板3が研磨パッド1に押し付けられると、図2に示すように、半導体基板3上に形成された被研磨物31の凹凸に応じて研磨パッド1が変形する。例えば、被研磨物31の凸部31aに対応する部分の研磨パッド1は圧縮変形する（図2参照）。そして、この圧縮部分において、上記導電粒子11同士の接触面積が広くなり、電気抵抗値が低くなる。すなわち、研磨パッド1内に、低抵抗領域Aが形成される。従って、電圧印加部6によって電圧が印加されると、低抵抗領域Aに流れる電流値が高くなり、凸部31aの電解研磨レートが高くなる（後述）。また、凸部31aが研磨されるにつれ、研磨パッド1の圧縮変形が少なくなるため、電解研磨レートが徐々に低くなる。

【0027】一方、被研磨物31の凹部31bに対応する部分の研磨パッド1は圧縮変形しない。この場合、上記圧縮部分（低抵抗領域A）と比較して、導電粒子11同士の接触面積は小さくなり、電気抵抗値が高くなる。すなわち、研磨パッド1内に、高抵抗領域Bが形成される。従って、電圧印加部6によって電圧が印加されると、高抵抗領域Bに流れる電流値が低くなり、電解研磨レートが低くなる（後述）。

【0028】保持板2は、半導体基板3を真空吸着等により保持するとともに、この半導体基板3を研磨パッド1の表面1aに所定の圧力（図1中の矢印に相当する）

で押し付けるためのバックプレートである。また、保持板2は、図示しない回転機構により水平方向に回転する。

【0029】半導体基板3は、例えば、シリコン基板、石英基板、セラミックス基板等の基板である。この半導体基板3の上には、被研磨物31としての金属膜、バリアメタル層、接合層、または絶縁層等が形成されている。なお、本発明の実施の形態においては、被研磨物31が金属膜である場合について説明する。また、この金属膜31は、例えば、Cu（銅）、W（タングステン）、Al（アルミニウム）、或いはその合金等からなる。また、図2に示すように、金属膜31の表面には、凹凸（凸部31a及び凹部31b）のすなわち段差が形成される。また、半導体基板3は、保持板2を介して接地されている。

【0030】研磨液供給部4は、研磨液41を、研磨パッド1の上、詳細には研磨パッド1と半導体基板3上に形成された被研磨物31との間（図2参照）に供給するためのノズルである。上記研磨液41は、電解液、砥粒、及び薬液成分を含有する液体である。ここで、電解液の具体例としては、亜硫酸や硫酸銅水溶液等が挙げられる。また、砥粒の具体例としては、シリカ（SiO<sub>2</sub>）、アルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、またはセリア（CeO<sub>2</sub>）等が挙げられる。また、研磨液41は上記電解液を含有しているため、研磨パッド1から電流が加わると電気分解し、半導体基板3上に形成された被研磨物31を溶解する。

【0031】電極5は、研磨パッド1の裏面1b上に形成された、例えば導電基板である。この電極5には、電圧印加部6から電圧が印加される。図1及び図2においては、電極5に負の電圧が印加されている。そして、この電極5と固着した研磨パッド1に電流が流れる。

【0032】電圧印加部6は、半導体基板3（金属膜31）と、研磨パッド1の裏面1bに形成された電極5との間に、電圧を印加するためのものである。図1及び図2においては、電圧印加部6は、電極5に負の電圧を印加している。また、電圧印加部6は、0.1〜10V（ボルト）の電圧、一般的には数V程度の電圧を印加する。

【0033】リテーナー7は、半導体基板3を保持するためのリング状のものであり、半導体基板3の周辺に配置される。

【0034】以上説明したように、本実施の形態1による研磨装置は、被研磨物31の凹凸に応じて部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッド1と、半導体基板3を研磨パッド1の表面1aに押し付けるための保持板2と、研磨液41を供給する研磨液供給部4と、研磨パッド1の裏面1bに形成された電極5と、半導体基板3と電極5との間に電圧を印加するための電圧印加部6を備えている。ここで、研磨液41は、電解液、砥粒、薬液

成分を含有している。

【0035】この研磨装置によれば、化学的機械的研磨を行うとともに、導電性を有する研磨パッド1を用い、電圧印加部6によって半導体基板3と電極5との間に電圧を印加することにより、研磨液41に含まれる電解液を電気分解して被研磨物31を溶解させる電解研磨を行う。すなわち、本実施の形態1による研磨装置は、電解研磨アシストによる化学的機械的研磨を行うことができる。従って、研磨レートを上向きさせることができ、スループットを上向きさせることができる。

【0036】また、研磨パッド1は弾性材により形成されているため、半導体基板3が保持板2によって研磨パッド1に押し付けられると、半導体基板3上に形成された被研磨物31の凹凸に応じて研磨パッド1が変形する。具体的には、被研磨物31の凸部31aに対応する部分の研磨パッド1は、圧縮変形しない。この圧縮変形によって、導電粒子11同士の接触面積が大きくなり、電気抵抗値が低くなる（図2の低抵抗領域Aを参照）。従って、電解研磨を行う際には、低抵抗領域Aに流れる電流値が高くなり、凸部31aの電解研磨レートが高くなる。一方、被研磨物31の凹部31bに対応する部分の研磨パッド1は圧縮変形しないため、上記凸部31aの場合と比較して、導電粒子11同士の接触面積は小さく、電気抵抗値は高い（図2の高抵抗領域Bを参照）。従って、電解研磨を行う際には、高抵抗領域Bに流れる電流値は低くなり、凹部31bの電解研磨レートが低くなる。

【0037】このように、本実施の形態1による研磨装置によって化学的機械的研磨とともに行われる電解研磨は、凸部31aの電解研磨レートは高く、凹部31bの電解研磨レートは低いため、段差緩和性に優れている。従って、段差緩和性に優れた研磨装置を提供することができる。これにより、ディッシングやエロージョンを防止することができる。さらに、本実施の形態1による研磨装置は、段差緩和性に優れているため、金属膜を堆積させる際に、従来のように膜厚を厚くする必要がない。これにより、研磨時間を短縮することができ、スループットを上向きさせることができる。

【0038】なお、本実施の形態1による研磨装置においては、研磨液41に砥粒を含有しているが、砥粒を含有しない研磨液すなわち電解液と薬液成分とからなる研磨液を用いてもよい。これにより、研磨パッド1の圧力のみによって研磨を行う化学的研磨と、電解研磨とを併用することができる。この場合も、段差緩和性に優れた研磨装置を提供することができる。また、被研磨物41が化学的機械的研磨によって研磨することが困難な硬い金属（例えば、Ti、Ta等）であっても、容易に研磨することができる。

【0039】また、研磨液41に含有される電解液として亜硫酸または硫酸銅水溶液を用いているが、研磨パ

ッド1を腐食せず、且つ被研磨物31を溶解可能な他の電解液を用いてもよい。

【0040】実施の形態2。以下、図1及び図2を参照して、本実施の形態2による研磨方法について説明する。図1に示すように、部分的に電気伝導率が変動し得る研磨パッド1の表面1aに対して、半導体基板3が保持板2により押し付けられ、研磨液41を研磨液供給部4から供給し、半導体基板3上に形成された被研磨物31の化学的機械的研磨を行う。また、研磨パッド1及び保持板2は、図示しない回転機構により回転する。ここで、研磨液41は、例えば電解液としての亜硫酸または硫酸銅水溶液、砥粒としての $SiO_2$ （シリカ）、 $Al_2O_3$ （アルミナ）、または $CeO_2$ （セリア）、並びに薬液成分を含有するものである。また、上記化学的機械的研磨を行うとともに、半導体基板3と、研磨パッド1の裏面1bに形成された電極5との間に電圧を印加することにより、上記被研磨物31の電解研磨を行う。

【0041】次に、上記電解研磨について説明する。図2に示すように、研磨パッド1は、複数の導電粒子11を含有することにより導電性を有している。そして、電圧印加部6から半導体基板3（被研磨物31）と電極5との間に、電圧を印加することにより、研磨パッド1に電流が流れる。ここで、印加電圧は、0.1～10V程度であり、一般的には数V程度である。次いで、上記研磨パッド1に電流が流れると、半導体基板3（被研磨物31）と研磨パッド1との間に供給された研磨液41に電流が加わる。その結果、研磨液41に含有されている電解液が電気分解し、半導体基板3上に形成された被研磨物31を溶解する。

【0042】次に、段差緩和性について説明する。研磨パッド1は、例えばウレタン樹脂等の弾性材によって形成されているため、半導体基板3上に形成された被研磨物31の凹凸（段差）に応じて変形する（図2参照）。詳細には、被研磨物31の凸部31aに対応する部分の研磨パッド1は、圧縮変形するため、導電粒子11同士の接触面積が大きくなり、電気抵抗値が低くなる（図2の低抵抗領域A）。従って、低抵抗領域Aに流れる電流値が高くなる。電解研磨レートは、電解液の分解度すなわち研磨液41に加わる電流値に比例するため、凸部31aの電解研磨レートが高くなる。一方、被研磨物31の凹部31bに対応する部分の研磨パッド1は圧縮されないため、導電粒子11同士の接触面積は小さく、電気抵抗値は高い（図2の高抵抗領域B）。従って、高抵抗領域Bに流れる電流値が低くなり、凹部31bの電解研磨レートが低くなる。このように、上記電解研磨は、被研磨物31の凸部31aの研磨レートが高く、凹部の研磨レートが低い。すなわち、この電解研磨は、段差緩和性に優れている。

【0043】以上説明したように、本実施の形態2による研磨方法は、上記電解研磨アシストによる化学的機械的研

磨（以下、第1の研磨方法と称する）である。すなわち、砥粒を含む研磨液41と研磨パッド1による従来の化学的機械的研磨を行う。それとともに、研磨パッド1に導電性をもたせ、研磨液41に電解液を含有させ、半導体基板3と研磨パッド1の裏面1aに形成された電極5との間に電圧を印加する。これにより、研磨液41に含有された電解液を電気分解し、被研磨物31としての金属膜を溶解させることによって電解研磨を行う。この第1の研磨方法は、化学的機械的研磨のみであった従来の研磨方法と比較して、高い研磨レートが得られる。従って、第1の研磨方法を用いることによって、研磨時間が短縮でき、スループットが向上する。

【0044】また、研磨パッド1は、被研磨物31の凹凸（段差）に応じて変形し、その変形部分の電気伝導率が変動する。具体的には、被研磨物31の凸部31aに対応する部分の研磨パッド1は圧縮変形して、電気伝導率が高くなる。一方、凹部31bに対応する部分の研磨パッド1は圧縮変形しないため、上記凸部31aの場合と比較して、電気伝導率が低くなる。また、電解研磨レートは、研磨パッド1に流れる電流値、すなわち電気伝導率に比例する。このため、凸部31aの電解研磨レートは高く、凹部31bの電解研磨レートは低い。従って、電解研磨は、段差緩和性に優れている。すなわち、本実施の形態2において、段差緩和性に優れた研磨方法を実現できる。これにより、ディッシングやエロージョンを防止することができる。また、研磨を行う前に堆積される金属膜の膜厚を薄くすることができるため、研磨時間を短縮することができ、スループットを向上させることができる。

【0045】なお、本実施の形態2による研磨方法では、電解液、砥粒、薬液成分を含有する研磨液41を用いているが、砥粒を含有しない研磨液すなわち電解液と薬液成分とからなる研磨液を用いてもよい。これにより、化学的物理的研磨ではなく研磨パッド1の圧力のみで研磨する化学的研磨と、電解研磨とを併用する研磨方法（以下、第2の研磨方法と称する）を実現できる。この第2の研磨方法も、上述した第1の研磨方法（化学的機械的研磨と電解研磨を併用する方法）と同様に、段差緩和性に優れている。また、この第2の研磨方法は、電解研磨を優先的に行うため、化学的機械的研磨によっては研磨することが困難な硬い金属（例えば、Ti、Ta

等）を、容易に研磨（溶解）することができる。

【0046】また、第1の研磨方法と、第2の研磨方法を組み合わせ、被研磨物31を研磨してもよい。この時、第1の研磨方法を用いて研磨を行った後に、第2の研磨方法を用いて研磨を行う場合と、その逆の順序で2つの研磨方法を用いて研磨を行う場合がある。例えば、半導体基板3上に形成された被研磨物31が、最下層から、例えばTi、Taからなる接着層、例えばTiN、TaNからなるバリアメタル層、例えばCu、Alからなる金属膜によって構成される3層構造を有している場合に、金属膜及びバリアメタル層を第1の研磨方法を用いて研磨し、接着層を第2の研磨方法を用いて研磨することが考えられる。また、被研磨物31が、バリアメタル層（TiN、TaN）と、その上に形成された金属膜（Cu、W、Al）とによって構成される場合に、金属膜を第2の研磨方法を用いて研磨した後、バリアメタル層を第1の研磨方法を用いて研磨することが考えられる。このように、被研磨物31の膜質や膜厚に好適な研磨方法を選択することによって、効率良く研磨を行うことができる。従って、研磨時間を短縮でき、スループットを向上させることができる。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、化学的機械的研磨と電解研磨を併用することによって、段差緩和性に優れた研磨装置、研磨パッド、研磨方法を提供することができる。また、従来のように被研磨物の膜厚を厚くする必要がないため、研磨時間を短縮でき、スループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

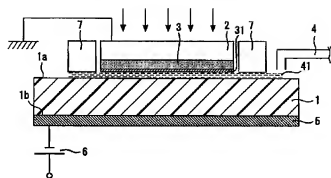
【図1】 本発明の実施の形態による研磨装置および研磨方法を説明するための断面図である。

【図2】 図1に示した研磨パッドの近傍を拡大した断面図である。

【符号の説明】

1 研磨パッド、1a 表面、1b 裏面、2 保持板（バックプレート）、3 半導体基板、4 研磨液供給部、5 電極（導電基板）、6 電圧印加部、7 リテーナー、11 導電粒子、31 被研磨物（金属膜）、31a 凸部、31b 凹部、41 研磨液、A 低抵抗領域、B 高抵抗領域。

【図1】



【図2】

